

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平10-39121

(43)公開日 平成10年(1998)2月13日

(51)Int.Cl. ⁶	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 2 B 5/04			G 0 2 B 5/04	F
	17/08		17/08	Z
G 0 3 B 17/18			G 0 3 B 17/18	Z

審査請求 未請求 請求項の数12 F D (全 13 頁)

(21)出願番号 特願平8-208907

(22)出願日 平成8年(1996)7月19日

(71)出願人 000001007

キヤノン株式会社

東京都大田区下丸子3丁目30番2号

(72)発明者 木村 研一

東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤ
ノン株式会社内

(72)発明者 関田 誠

東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤ
ノン株式会社内

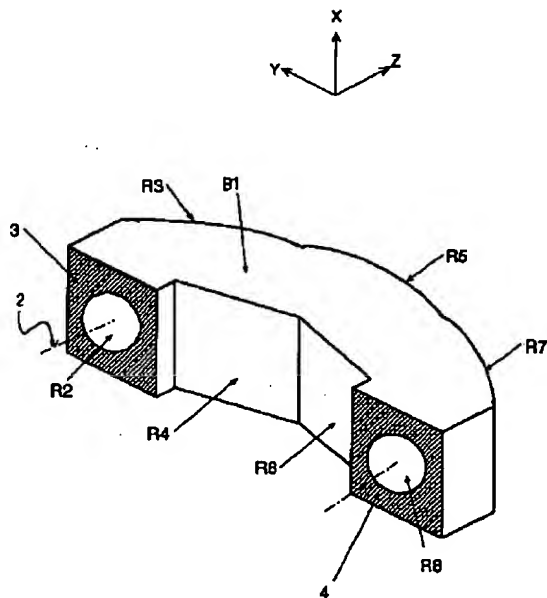
(74)代理人 弁理士 高梨 幸雄

(54)【発明の名称】 光学素子及びそれを用いた光学系

(57)【要約】

【課題】 Off-Axial 光学素子において、不正入射光に伴う有害なゴースト・フレア光が像面或は、後に続く光学素子の入射面へ達することを防止する光学素子及びそれを用いた光学系を得ること。

【解決手段】 透明体の表面に、光束が屈折して入射する入射面と、該入射光束を順次反射する曲率を有する複数の反射面と、該複数の反射面にて反射された光束を屈折して射出する射出面を一体に形成し、該入射面及び／又は該射出面近傍に開口部を有する遮光部材を設置する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 透明体の表面に、光束が屈折して入射する入射面と、該入射光束を順次反射する曲率を有する複数の反射面と、該複数の反射面にて反射された光束を屈折して射出する射出面を一体に形成し、該入射面及び／又は該射出面近傍に開口部を有する遮光部材を設置することを特徴とする光学素子。

【請求項2】 前記開口部の形状は、それぞれ前記入射面及び／又は前記射出面の光線有効部の形状と略等しいことを特徴とする請求項1の光学素子。

【請求項3】 前記開口部の形状は円形若しくは楕円形であることを特徴とする請求項2の光学素子。

【請求項4】 前記開口部の形状は多角形であることを特徴とする請求項2の光学素子。

【請求項5】 前記遮光部材を前記光学素子を保持する保持部材上に設置することを特徴とする請求項2～4のいずれか1項に記載の光学素子。

【請求項6】 前記遮光部材を前記光学素子に形成する取付部を介して該光学素子に固定することを特徴とする請求項2～4のいずれか1項に記載の光学素子。

【請求項7】 前記入射面及び／又は射出面の光線有効部が突起するように段差部を設け、該段差部に前記遮光部材を嵌合して設置することを特徴とする請求項2～4のいずれか1項に記載の光学素子。

【請求項8】 透明体の表面に、光束が屈折して入射する入射面と、該入射光束を順次反射する曲率を有する複数の反射面と、該複数の反射面にて反射された光束を屈折して射出する射出面を一体に形成し、該入射面及び／又は該射出面の略光線有効部を非塗装部としてそれ以外の部分を黒色塗装して遮光部を形成していることを特徴とする光学素子。

【請求項9】 前記非塗装部の形状は、円形若しくは楕円形であることを特徴とする請求項8の光学素子。

【請求項10】 前記非塗装部の形状は、多角形であることを特徴とする請求項8の光学素子。

【請求項11】 透明体の表面に、光束が屈折して入射する入射面と、該入射光束を順次反射する曲率を有する複数の反射面と、該複数の反射面にて反射された光束を屈折して射出する射出面を一体に形成し、該入射面及び／又は該射出面の光線有効部が突起するように段差部を設け、該段差部を黒色塗装することを特徴とする光学素子。

【請求項12】 請求項1～11のいずれか1項に記載の光学素子を少なくとも1つ用いることを特徴とする光学系。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は光学素子及びそれを用いた光学系に関し、特にビデオカメラやスチールビデオカメラ、及び複写機等に好適なものである。

【0002】

【従来の技術】 従来より凹面鏡や凸面鏡等の反射面を利用した撮影光学系が種々と提案されている。図12は1つの凹面鏡と1つの凸面鏡より成る所謂ミラー光学系（反射光学系）の要部概略図である。

【0003】 同図のミラー光学系において、物体からの物体光束124 は、凹面鏡121 にて反射され、収束されつつ物体側に向かい、凸面鏡122 にて反射された後、像面123に結像する。

10 【0004】 このミラー光学系は、所謂カセグレン式反射望遠鏡の構成を基本としており、屈折レンズで構成されるレンズ全長の長い望遠レンズ系の光路を相対する二つの反射ミラーを用いて折り曲げる事により、光学系全長を短縮することを目的としたものである。

【0005】 また、望遠鏡を構成する対物レンズ系においても、同様な理由から、カセグレン式の他に、複数の反射ミラーを用いて光学系の全長を短縮する形式が多数知られている。

20 【0006】 この様に、従来よりレンズ全長の長い撮影レンズのレンズの代わりに反射ミラーを用いる事により、効率よく光路を折り曲げて、コンパクトなミラー光学系を得ている。

【0007】 しかしながら、一般的にカセグレン式反射望遠鏡等のミラー光学系においては、凸面鏡122 により物体光線の一部がケラレると言う問題点がある。この問題は物体光束124 の通過領域中に凸面鏡122 がある事に起因するものである。

30 【0008】 この問題点を解決する為に、反射ミラーを偏心させて使用して、物体光束124の通過領域を光学系の他の部分が遮蔽することを避ける、即ち光束の主光線126を光軸125 から離すミラー光学系も提案されている。

【0009】 図13は米国特許3,674,334 号明細書に開示されているミラー光学系の要部概略図であり、物体光束の主光線を光軸から離して上記のケラレの問題を解決している。同図のミラー光学系は光束の通過順に凹面鏡131、凸面鏡132 そして凹面鏡133 があるが、それらはそれぞれ図中二点破線で示す様に、もともと光軸134に対して回転対称な反射ミラーである。このうち凹面鏡131 は光軸134 に対して紙面上側のみ、凸面鏡132 は光軸134 に対して紙面下側のみ、凹面鏡133 は光軸134 に対して紙面下側のみを使用する事により、物体光束135 の主光線136 を光軸134 から離し、物体光束135 のケラレを無くした光学系を構成している。

【0010】 図14は米国特許5,063,586 号明細書に開示されているミラー光学系の要部概略図である。同図のミラー光学系は反射ミラーの中心軸自体を光軸に対して偏心させて物体光束の主光線を光軸から離して上記の問題を解決している。

50 【0011】 同図において、被写体面141 の垂直軸を光

軸147と定義した時に、光束の通過順に凸面鏡142・凹面鏡143・凸面鏡144そして凹面鏡145のそれぞれの反射面の中心座標及び中心軸（その反射面の中心とその面の曲率中心とを結んだ軸）142A, 143A, 144A, 145Aは、光軸147に対して偏心している。同図ではこのときの偏心量と各面の曲率半径を適切に設定することにより、物体光束148の各反射ミラーによるケラレを防止して、物体像を効率よく結像面146に結像させている。

【0012】その他米国特許4,737,021号明細書や米国特許4,265,510号明細書にも光軸に対して回転対称な反射ミラーの一部を用いてケラレを避ける構成、或は反射ミラーの中心軸自体を光軸に対して偏心させてケラレを避ける構成が開示されている。

【0013】この様に、ミラー光学系を構成する各反射ミラーを偏心させる事により、物体光線のケラレを防ぐことが出来るが、各反射ミラーを異なる偏心量にて配置しなければならず、各反射ミラーを取り付ける構造体が複雑となり、また取り付け精度を確保する事が非常に厳しいものとなる。

【0014】この問題を解決する一つの方法として、例えばミラー系を一つのブロック化することにより、組立時に生じる光学部品の組み込み誤差を回避する方法が提案されている。

【0015】従来、多数の反射面が一つのブロックになっているものとして、例えばペンタゴナルダハプリズムやポロプリズム等のカメラのファインダー系に使用される光学プリズムや、撮影レンズからの光束を例えば赤色・緑色・青色の三色光に分解し、各々の色光に基づいた物体像に対応する撮像素子面上に結像させる、色分解プリズム等の光学プリズムがある。

【0016】光学プリズムの代表的な例として、一眼レフレックスカメラに多く用いられるペンタゴナルダハプリズムの機能について図15の一眼レフカメラのファインダーの断面図を用いて説明する。

【0017】図15において、151は撮影レンズ、152はクイックリターンミラー、153はピント面、154はコンデンサーレンズ、155はペンタゴナルダハプリズム、156は接眼レンズ、157は観察者の瞳、158は光軸、159は像面である。

【0018】不図示の被写体からの光線は、撮影レンズ151を通過後、クイックリターンミラー152にてカメラの上方向に反射され、像面159と等価な位置にあるピント面153に結像する。

【0019】ピント面153の後方には、撮影レンズ151の射出瞳を観察者の瞳157に略結像する為のコンデンサーレンズ154が配置され、コンデンサーレンズ154の後方には、ピント面153の物体像を正立正像にするペンタゴナルダハプリズム155が配置されている。

【0020】ペンタゴナルダハプリズム155の入射面155aに入射した物体光は、ダハ面155bにより物体像の左右

反転が行われた後、反射面155cにより観察者側に反射される。

【0021】反射面155cにより観察者側に射出した物体光は、ペンタゴナルダハプリズム155の射出面155dを通過後、接眼レンズ156に至り、接眼レンズ156の屈折力により物体光を略平行光とした後、観察者の瞳157に至り、物体像が観察される事となる。

【0022】ところで、ペンタゴナルダハプリズムに代表される、これら光学プリズムの主な問題点として、有効光線以外の位置及び角度からプリズムへ入射する、不正入射光に伴う有害なゴースト光の発生頻度が高いことが上げられる。

【0023】この様な構成のペンタゴナルダハプリズムにおいては、例えば図15中矢印で示した様な有効光線と異なる角度で入射したゴースト光は、ダハ面155b、反射面155cの順に反射した後、入射面155aで全反射され、155dの下側から観察側に射出する。

【0024】この様なゴースト光があると、正常な有効光線と反射回数が異なる為に、上下が逆転した像が、観察画面の下側に現れることになる。

【0025】このゴースト光を除去する為に、ペンタゴナルダハプリズム155においては、通常遮光溝150をペンタゴナルダハプリズム155の射出面205dに設けることにより、このゴースト光を除去している。

【0026】また、入射面155aと射出面155dを除いたプリズム面全体を黒色ペイントで覆うことによりダハ面155b及び反射面155cに蒸着される反射膜を温度・湿度等の環境変化から反射膜を保護し、さらにプリズム外部からの光線に対する遮光も行っている。

【0027】これらのプリズムは、複数の反射面が一体成形されている為に、各反射面の相対的な位置関係は精度良く作られており、反射面相互の位置調整は不要となる。但し、これらのプリズムの主な機能は、光線の進行方向を変化させることで像の反転を行うものであり、各反射面は平面で構成されている。

【0028】これに対して、プリズムの反射面に曲率を持たせた光学系も知られている。

【0029】図16は米国特許4,775,217号明細書に開示されている観察光学系の要部概略図である。この観察光学系は外界の風景を観察すると共に、情報表示体に表示した表示画像を風景とオーバーラップして観察する光学系である。

【0030】この観察光学系では、情報表示体161の表示画像から射出する表示光束165は面162にて反射して物体側に向かい、凹面より成るハーフミラー面163に入射する。そしてこのハーフミラー面163にて反射した後、表示光束165は凹面163の有する屈折力によりほぼ平行な光束となり、面162を屈折透過した後、表示画像の拡大虚像を形成するとともに、観察者の瞳164に入射して表示画像を観察者に認識させている。

【0031】一方、物体からの物体光束166は反射面162とはほぼ平行な面167に入射し、屈折して凹面のハーフミラー面163に至る。凹面163には半透過膜が着着されており、物体光束166の一部は凹面163を透過し、面162を屈折透過後、観察者の瞳164に入射する。これにより観察者は外界の風景の中に表示画像をオーバーラップして視認する。

【0032】図17は特開平2-297516号公報に開示されている観察光学系の要部概略図である。この観察光学系も外界の風景を観察すると共に、情報表示体に表示した表示画像をオーバーラップして観察する光学系である。

【0033】この観察光学系では、情報表示体170から出射した表示光束174は、プリズムPaを構成する平面177を透過しプリズムPaに入り放物面反射面171に入射する。表示光束174はこの反射面171にて反射されて収束光束となり焦点面176に結像する。このとき反射面171で反射された表示光束174は、プリズムPaを構成する2つの平行な平面177と平面178との間を全反射しながら焦点面176に到達しており、これによって光学系全体の薄型化を達成している。

【0034】次に焦点面176から発散光として出射した表示光束174は、平面177と平面178の間を全反射しながら放物面より成るハーフミラー172に入射し、このハーフミラー面172で反射されると同時にその屈折力によって表示画像の拡大虚像を形成すると共にほぼ平行な光束となり、面177を透過して観察者の瞳173に入射し、これにより表示画像を観察者に認識させている。

【0035】一方、外界からの物体光束175はプリズムPbを構成する面178bを透過し、放物面より成るハーフミラー172を透過し、面177を透過して観察者の瞳173に入射する。観察者は外界の風景の中に表示画像をオーバーラップして視認する。

【0036】しかしながら、これらの反射面に曲率を持たせた光学プリズムにおいても、ペンタゴナルダハプリズムに見られるような、有効光線以外の位置及び角度からプリズムへ入射する、不正入射光に伴う有害なゴースト光が発生するおそれがある。

【0037】

【発明が解決しようとする課題】前記の従来の観察光学系は曲率を有する反射面を備えた光学プリズムを構成要素としているが、これらにおいては不正入射光に伴う有害なゴースト光を低減する技術については直接的に開示していない。

【0038】本発明は、透明体の表面に、光束が屈折して入射する入射面と、該入射光束を順次反射する曲率を有する複数の反射面と、該複数の反射面にて反射された光束を屈折して射出する射出面を一体に形成した光学素子において、該入射面及び/又は該射出面の近傍に遮光部材又は遮光部を設けることによって不正入射光に伴う有害なゴースト・フレア光が像面或は、後に続く光学素

子の入射面へ達することを防止する光学素子及びそれを用いた光学系の提供を目的とする。

【0039】

【課題を解決するための手段】本発明の光学素子は、
(1-1) 透明体の表面に、光束が屈折して入射する入射面と、該入射光束を順次反射する曲率を有する複数の反射面と、該複数の反射面にて反射された光束を屈折して射出する射出面を一体に形成し、該入射面及び/又は該射出面近傍に開口部を有する遮光部材を設置すること等を特徴としている。

【0040】特に、

(1-1-1) 前記開口部の形状は、それぞれ前記入射面及び/又は前記射出面の光線有効部の形状と略等しい。

(1-1-2) 前記開口部の形状は円形若しくは楕円形である。。

(1-1-3) 前記開口部の形状は多角形である。。

(1-1-4) 前記遮光部材を前記光学素子を保持する保持部材上に設置する。

(1-1-5) 前記遮光部材を前記光学素子に形成する取付部を介して該光学素子に固定する。。

(1-1-6) 前記入射面及び/又は射出面の光線有効部が突起するように段差部を設け、該段差部に前記遮光部材を嵌合して設置する。こと等を特徴としている。

【0041】更に、本発明の光学素子、

(1-2) 透明体の表面に、光束が屈折して入射する入射面と、該入射光束を順次反射する曲率を有する複数の反射面と、該複数の反射面にて反射された光束を屈折して射出する射出面を一体に形成し、該入射面及び/又は該射出面の略光線有効部を非塗装部としてそれ以外の部分を黒色塗装して遮光部を形成していること等を特徴としている。

【0042】特に、

(1-2-1) 前記非塗装部の形状は、円形若しくは楕円形である。

(1-2-2) 前記非塗装部の形状は、多角形である。こと等を特徴としている。

【0043】更に、本発明の光学素子、

(1-3) 透明体の表面に、光束が屈折して入射する入射面と、該入射光束を順次反射する曲率を有する複数の反射面と、該複数の反射面にて反射された光束を屈折して射出する射出面を一体に形成し、該入射面及び/又は該射出面の光線有効部が突起するように段差部を設け、該段差部を黒色塗装すること等を特徴としている。

【0044】又、本発明の光学系は、

(1-4) (1-1)～(1-3) 項のいずれか1項に記載の光学素子を少なくとも1つ用いること等を特徴としている。

【0045】

【発明の実施の形態】本発明の光学系には通常の光学系における光軸のごとき対称軸が存在しない。そこで光学系中に“基準軸”を設定して、この基準軸をベースとして光学系中の諸要素の構成を記述する。

【0046】先ず基準軸の定義を説明する。一般的には物体面から像面にいたる基準となる基準波長の或る光線の光路をその光学系における“基準軸”と定義する。これだけでは基準となる光線が定まらないので、通常は以下の2つの原則のいずれかに則り基準軸光線を設定する。

(1) 光学系に部分的にでも対称性を有する軸が存在し、収差のとりまとめが対称性よく行なうことができる場合にはその対称性を有する軸上を通る光線を基準軸光線とする。

(2) 光学系に一般的に対称軸が存在しない時、あるいは部分的には対称軸が存在しても、収差のとりまとめが対称性よく行なえない時には、物体面中心（被撮影、被観察範囲の中心）から出て、光学系の指定される面の順に光学系を通り、光学系内の絞り中心を通る光線、又は光学系内の絞り中心を通して最終像面の中心に至る光線を基準軸光線と設定し、その光路を基準軸とする。

【0047】このようにして定義される基準軸は一般的には折れ曲がっている形状となる。ここで、各面において各面と基準軸光線との交点を各面の基準点とし、各面の物体側の基準軸光線を入射基準軸、像側の基準軸光線を射出基準軸とする。さらに、基準軸は方向（向き）を持つこととし、その方向は基準軸光線が結像に際して進行する方向とする。よって、入射、射出側に各々入射基準軸方向、射出基準軸方向が存在する。このようにして基準軸は設定された各面の順番に沿って屈折若しくは反射の法則に従ってその方向を変化させつつ、最終的に像面に到達する。なお、複数の面で構成された光学素子（光学系）においては、その最も物体側の面へ入射する基準軸光線をこの光学素子（光学系）の入射基準軸、最も像側の面から射出する基準軸光線をこの光学素子（光学系）の射出基準軸とする。又、これらの入射・射出基準軸の方向の定義は面の場合と同じである。

【0048】又、本明細書においては入射基準軸に対して傾いて配置された曲面の反射面をOff-Axial 反射面と呼び、Off-Axial 反射面を有する光学素子をOff-Axial 光学素子と呼ぶこととする。

【0049】実施形態の説明に入る前に、実施形態の構成諸元の表し方及び実施形態全体の共通事項について説明する。

【0050】図11は本発明の光学系の構成データを定義する座標系の説明図である。本発明の実施形態では物体側から像面に進む1つの光線（図11中の一点鎖線で示すもので基準軸光線と呼ぶ）に沿ってi番目の面を第i面とする。

【0051】図11において第1面R1は絞り、第2面R2は

第1面と共軸な屈折面、第3面R3は第2面R2に対してチルトされた反射面、第4面R4、第5面R5は各々の前面に対してシフト、チルトされた反射面、第6面R6は第5面R5に対してシフト、チルトされた屈折面である。第2面R2から第6面R6までの各々の面はガラス、プラスチック等の媒質で構成される一つの光学素子上に構成されており、図11中では光学素子B1としている。従って、図11の構成では不図示の物体面から第2面R2までの媒質は空気、第2面R2から第6面R6まではある共通の媒質、第6面R6から不図示の第7面R7までの媒質は空気構成している。

【0052】本発明の光学系はOff-Axial 光学素子を用いた光学系であるため光学系を構成する各面は共通の光軸を持っていない。そこで、本発明の実施形態においては先ず絞りである第1面の光線有効径の中心を原点とする絶対座標系を設定する。本発明では絶対座標系の各軸を以下のように定める。

【0053】Z軸：原点を通り第2面R2に向かう基準軸
Y軸：原点を通りチルト面内（図11の紙面内）でZ軸に対して反時計回りに90°をなす直線
X軸：原点を通りZ、Y各軸に垂直な直線（図11の紙面に垂直な直線）

又、光学系を構成する第i面の面形状を表すには、絶対座標系にてその面の形状を表記するより、基準軸と第i面が交差する点を原点とするローカル座標系を設定して、ローカル座標系でその面の面形状を表した方が形状を認識する上で理解し易い為、本発明の構成データを表示する数値実施例では第i面の面形状をローカル座標系で表わす。

【0054】また、第i面のYZ面内でのチルト角は絶対座標系のZ軸に対して反時計回り方向を正とした角度 θ_i （単位°）で表す。よって、本発明の実施形態では各面のローカル座標の原点は図11中のYZ平面上にある。またXZおよびXY面内での面のチルト、シフトはない。さらに、第i面のローカル座標(x,y,z)のy,z軸は絶対座標系(X,Y,Z)に対してYZ面内で角度 θ_i 傾いており、具体的には以下のように設定する。

【0055】z軸：ローカル座標の原点を通り、絶対座標系のZ方向に対しYZ面内において反時計方向に角度 θ_i をなす直線

y軸：ローカル座標の原点を通り、z方向に対しYZ面内において反時計方向に90°をなす直線

x軸：ローカル座標の原点を通り、YZ面に対し垂直な直線

また、Diは第i面と第(i+1)面のローカル座標の原点間の間隔を表すスカラー量、Ndi、 ν_{di} は第i面と第(i+1)面間の媒質の屈折率とアッペ数である。なお、絞りや最終結像面も1つの平面として表示している。

【0056】本発明の実施形態は球面及び回転非対称の非球面を有している。その内の球面部分は球面形状とし

てその曲率半径 R_i を記している。曲率半径 R_i の符号は、第1面から像面に進む基準軸（図11中の一点鎖線）に沿って曲率中心が第1面側にある場合をマイナス、結像面側にある場合をプラスとする。

【0057】ここで、球面は以下の式で表される形状である。

【0058】

【数1】

$$z = \frac{(x^2 + y^2)/R_i}{1 + \{1 - (x^2 + y^2)/R_i^2\}^{1/2}}$$

また、本発明の光学系は少なくとも回転非対称な非球面を一面以上有し、その形状は以下の式により表す。

【0059】 $A = (a+b) \cdot (y^2 \cdot \cos^2 t + x^2)$

$B = 2a \cdot b \cdot \cos t \{1 + \{(b-a) \cdot y \cdot \sin t / (2a \cdot b)\} + [1 + \{(b-a) \cdot y \cdot \sin t / (a \cdot b)\} - \{y^2 / (a \cdot b)\} - \{4a \cdot b \cdot \cos^2 t + (a+b)^2 \sin^2 t\} x^2 / (4a^2 b^2 \cos^2 t)]^{1/2}\}$

として

$$z = A/B + C_0 y^2 + C_1 xy + C_2 x^2 + C_3 y^3 + C_4 xy^2 + C_5 x^2 y + C_6 x^3 + C_7 y^4 + C_8 xy^3 + C_9 x^2 y^2 + C_{10} x^3 y + C_{11} x^4$$

…尚、本発明の数値実施例中の回転非対称な各面の形状は上記曲面式において

$a=b=\infty$, $t=0$

とする平面ベース非球面であり、 x に関する偶数次の項のみを使用して奇数次の項を0とすることにより、 yz 面を対称面とする面対称な形状である。さらに以下の条件が満たされる場合は xz 面に対して対称な形状を表す。

【0060】 $C_03 = C_{21} = 0$

さらに

$C_{02} = C_{20}$ $C_{04} = C_{40} = C_{22}/2$

が満たされる場合は回転対称な形状を表す。以上の条件を満たさない場合は非回転対称な形状である。

【0061】なお、本発明の各実施形態においては図11に示すように、その第1面は絞りでである。又、水平半面角 u_v とは図11の YZ 面内において絞り $R1$ に入射する光束の最大面角、垂直半面角 u_x とは XZ 面内において絞り $R1$ に入射する光束の最大面角である。また、第1面である絞り $R1$ の直径を絞り径として示している。これは光学系の明るさに関係する。なお、入射瞳は第1面に位置するため上記絞り径は入射瞳径に等しい。

【0062】又、像面上での有効像範囲を像サイズとして示す。像サイズはローカル座標の y 方向のサイズを水平、 x 方向のサイズを垂直とした矩形領域で表している。

【0063】図1は本発明の光学素子の実施形態1を用いた光学系の要部概略図である。図には光路も図示している。図中、 $B1$ は複数の曲面反射面を備えたOff-Axialな光学素子でありガラス等の透明体で構成している。光学素子 $B1$ の表面には物体からの光線の通過順に、平面

(入射面) $R2$ 及び凹面鏡 $R3$ ・反射面 $R4$ ・凹面鏡 $R5$ ・反射面 $R6$ ・凹面鏡 $R7$ の五つの反射面及び凹屈折面（射出面） $R8$ を形成している。 $R1$ は光学素子 $B1$ の物体側に配置した絞り（入射瞳）である。 $R9$ は最終像面であり、 CCD 等の撮像素子（撮像媒体）の撮像面が位置する。 2 は本光学系の基準軸であり、絞り $R1$ の中心を通り、最終像面 $R9$ の中心へ達する。又、 $3, 4$ は夫々遮光部である。

【0064】なお、2つの屈折面はいずれも回転対称の球面あるいは平面である。これは、色収差補正の条件を満たすと共に、光学系を製作・評価する場合に基準軸を正確に設定できる様にするためである。また、屈折面を回転対称とすることで非対称な色収差の発生をも低減させることができる。また、すべての反射面は YZ 平面に対して対称な面である。

【0065】次に本実施形態における結像作用を説明する。物体からの光束は、絞り $R1$ により入射光量を規制された後、光学素子 $B1$ の入射面 $R2$ で屈折して入射し、面 $R3$ で反射された後、面 $R3$ と面 $R4$ の間で一旦結像し、次いで面 $R4, R5, R6, R7$ と順次反射して行き、射出面 $R8$ を屈折して射出し、最終像面 $R9$ 上に再結像する。

【0066】以上のように面 $R2$ から入射した光束は、光学素子 $B1$ 内部で中間結像する。これは、光学系を紙面に垂直な方向に薄型にするためで、絞り $R1$ を出た軸外主光線が大きく拡がらない内に収斂させ、光学系の広角化による第1反射面 $R3$ 以降の各面有効径の増大を抑えている。

【0067】本実施形態の基準軸はすべて紙面（ YZ 平面）に載っている。

【0068】この様に光学素子 $B1$ は、入射面と、その中での複数の曲面反射鏡によって、所望の光学性能を達成し、全体として結像作用を有するレンズユニットとして機能している。

【0069】光学素子 $B1$ を構成する各反射面は、入射する基準軸と反射面との交点における法線が、基準軸と一致しない所謂偏心反射面である。これは従来のミラー光学系において発生するケラレを防止するとともに、これによってより自由な配置をとることができ、スペース効率がよく、コンパクトで自由な形状のOff-Axial光学素子を構成することができる。

【0070】さらに各反射面の形状は直交する二つの面（ yz 面、 xz 面）内で屈折力が異なり且つ対称面を1つだけ有する面である。これは各反射面を偏心配置した事によって生じる偏心収差を押さえるためである。

【0071】所で、入射面 $R2$ には遮光部3を、射出面 $R8$ には遮光部4を設けている。これらの遮光部は有効光線以外の位置及び角度から光学素子 $B1$ へ入射する、不正入射光所謂ゴースト光を効果的にカットしている。

【0072】図2は実施形態1の斜視図である。図に示す様に、入射面 $R2$ ・射出面 $R8$ の有効光線の透過部分（光線有効部）を非塗装部として、それ以外を例えば墨塗り

等の黒色塗装をすることで遮光部3・4を形成している。

【0073】図3は実施形態1を用いた光学系に発生するゴースト光の一例の説明図である。図3では図1と同様な光学系であるが、入射面R2・射出面R8の外径を有効径よりかなり大きめに設定している。そこで例えば、絞りR1に対して最大画角を超えて斜めに入射した光線5は光学素子B1の入射面R2の光線有効部を外れた点から入射し、上側面6さらに、面R3、面R7、次いで下側面7で反射し、射出面R8から射出して最終像面R9に達する。この光線5は当然ながら正規の光路を通っていないため、ゴーストとなる。もし、上側面6を荒らして拡散面にしたとしても上側面6で散乱した光は必ず像面に達する事から、やはりフレアーの原因となる。

【0074】図3からわかる様に、本発明の実施形態においては、屈折力を有する反射面が比較的多いため、5で示すゴースト光が反射の際にも屈折作用を受ける確率が高い。その場合、平面での反射の場合に比べてゴースト・フレア光が像面において再結像し、非常に輝度の高いものとなるおそれがある。一方、本実施形態の光学素子では、反射面の配置の自由度を上げる目的で全反射面は使わず、反射膜による反射を採用している。図17に示す従来例では、面171, 172以外での反射はすべて全反射となっており、ゴースト・フレア光は全反射条件を満足しない場合には、像面（観察者）に到達しない。ところが、本実施形態の如く反射膜での反射の場合には、原因となる不要光が必ず反射するため、像面に達するゴースト・フレアの発生する確率が高くなる。

【0075】そこで、本実施形態では図1に示すように入射面R2に遮光部3を設けることで上側面6や反射面に光が到達しなくなり、ゴースト・フレアの原因を効果的に取り除くことができる。

【0076】さらに望ましくは射出面においても遮光部4を設けることで、最終像面に達するゴースト・フレア光をさらに効果的にカットする事ができる。

【0077】図4は本発明の光学素子の実施形態2の斜視図である。実施形態1のように遮光部として、屈折面の表面に墨塗り等の塗装をする際には加工の性格上墨塗りの領域については精度を要する。塗装が光線有効部にはみ出ると、新たなフレアーの原因となったり、光量の低下を招いてしまったりする。一方、塗装部分が小さくなるとせっかくのゴースト・フレア光カットの効果が低減してしまう。

【0078】本実施形態はこれを解消するもので、図4に示すように、入射面・射出面の光線有効部を残して（光線有効部が突起するように）段差部8・9を設け、該段差部を黒色塗装してゴースト・フレア光をカットしている。なお、ここで云う段差部とは突起している部分の側壁及び側壁の底部に繋がる平面部分を云う。本実施形態は塗装領域を正確に定める事ができる利点がある。

【0079】図5は本発明の光学素子の実施形態3の斜

視図である。実施形態1, 2の遮光部は墨塗りで加工するが、墨塗り等の塗装は大変な手間を要し、量産に不向きであるため、複数の反射面を一体に形成してOff-Axial光学素子を構成するメリットが半減する。本実施形態は遮光部材として開口を有する別部材を精度良く作ったうえで入射面・射出面の近傍に簡単に設置するものである。

【0080】本実施形態では、図5に示すように光学素子B1を保持部材10に突起部11を介して固定して保持している。そして開口部を備えた遮光部材12A, 12Bを別部品として精度良く作成し、保持部材10上の光学素子B1の光束入射側に遮光部材12Aを、光束射出側に遮光部材12Bを設置する。このようにすれば、光線有効部を精度良く確保して、且つ効果的なゴースト・フレア光のカットができる。

【0081】図6は本発明の光学素子の実施形態4の斜視図である。本実施形態は遮光部材を別部材にて製作し、光学素子B1そのものに装着・固定するものである。遮光部材をそのまま光学素子B1に接着してもよいが、光線有効部と正確にアライメントするために本実施形態においては、光学素子B1の入射面R2近傍において予め嵌合溝（取付部）13A, 13A'を設けておき、遮光部材15Aに設けた嵌合部14A, 14A'を嵌めこんで固定する。嵌合溝13A, 13A', 13B, 13B'の位置を入射面及び射出面に対して正確に設定しておけば遮光部材15A, 15Bを正確に位置決めすることが可能となるため、光線有効部を精度良く確保して、効果的にゴースト・フレア光をカットできる。

【0082】図7は本発明の光学素子の実施形態5の斜視図であり、遮光部材の位置決めを簡便にするものである。本実施形態においては、遮光部材16A, 16Bは特別な嵌合部を持たず、光学素子B1の入射面及び射出面の光線有効部を残して（光線有効部が突起するように）段差部17A, 17Bを設け、ここに遮光部材16A, 16Bの開口部を直接嵌めこむようにしている。本実施形態は、部品点数が少なく、部品形状が単純で組立が容易な構造である。

【0083】入射面・射出面の非塗装部若しくは遮光部材に設けた開口部の形状は入射面・射出面の光線有効部の形状と略等しくしているが、以上の各実施形態の光学素子B1の光線有効部の形状は図8に示す各面のスポットダイアグラムを見るとわかる様に必ずしも円形とはならない。そこで、前記の非塗装部又は開口部の形状としては光線有効部を完全にカバーする円形、若しくは楕円形でも十分であるが、更に望ましくは、光線有効部の形状に合わせて多角形とした方がよい。本明細書では、光線有効部を完全にカバーしてなお且つ複数の点で該光線有効部と接する形状を“略等しい形状”としている。図9、図10はそれぞれ以上の各実施形態の光学素子B1の入射面R2、射出面R8における遮光部の形状図である。図中、多数の十字マークは有効光線の入射点を示すスポットダイアグラムである。

13

14

【0084】以上の各実施形態においては、1つのOff-Axial 光学素子を用いた撮影用の光学系を例に挙げたが、以上のごときOff-Axial 光学素子を用いた観察光学系、或はこのようなOff-Axial 光学素子を複数用いた光学系においても各Off-Axial 光学素子をそれぞれ以上説*

*明したように構成すれば、全体として効果的にゴースト・フレアのカットが可能である。次に、実施形態1の光学素子を用いた光学系の数値実施例を以下に示す。

【0085】

〔数値実施例〕

水平半画角 20.0

垂直半画角 15.3

絞り径 2.40

像サイズ 水平4mm × 垂直3mm

i	Yi	Zi	θ_i	Di	Ndi	ν_{di}	
1	0.00	0.00	0.00	4.00	1		絞り
光学素子B1							
2	0.00	4.00	0.00	8.00	1.51633	64.15	屈折面
3	0.00	12.00	18.00	9.72	1.51633	64.15	反射面
4	-5.71	4.14	3.00	9.33	1.51633	64.15	反射面
5	-10.38	12.22	-10.00	8.84	1.51633	64.15	反射面
6	-11.91	3.52	-18.00	8.91	1.51633	64.15	反射面
7	-18.32	9.70	-23.00	6.98	1.51633	64.15	反射面
8	-18.32	2.73	0.00	8.06	1		屈折面
9	-18.32	-5.33	-0.00	0.00	1		像面

球面形状

R 2 面 $R_2 = \infty$ R 8 面 $R_8 = -10.952$

非球面形状

R 3 面 $C_{02} = -3.07038e-02$ $C_{20} = -3.87628e-02$ $C_{03} = 1.83660e-04$ $C_{21} = -2.47678e-04$ $C_{04} = 1.82085e-05$ $C_{22} = -1.81479e-05$ $C_{40} = -9.91286e-06$ R 4 面 $C_{02} = -1.46712e-02$ $C_{20} = -8.04832e-02$ $C_{03} = 1.82943e-03$ $C_{21} = -2.88424e-03$ $C_{04} = 7.71058e-05$ $C_{22} = -8.94316e-04$ $C_{40} = -7.74679e-04$ R 5 面 $C_{02} = -1.54524e-02$ $C_{20} = -3.21031e-02$ $C_{03} = 6.71883e-04$ $C_{21} = -6.30965e-04$ $C_{04} = -4.48412e-05$ $C_{22} = -7.00525e-05$ $C_{40} = -5.65456e-05$ R 6 面 $C_{02} = -3.51167e-03$ $C_{20} = -1.84016e-02$ $C_{03} = 3.35568e-04$ $C_{21} = -3.04934e-03$ $C_{04} = -1.52491e-04$ $C_{22} = -2.38033e-04$ $C_{40} = -1.93476e-04$ R 7 面 $C_{02} = -2.08695e-02$ $C_{20} = -2.26946e-02$ $C_{03} = 9.05991e-05$ $C_{21} = -1.04282e-03$ $C_{04} = -4.51664e-05$ $C_{22} = -3.44033e-05$ $C_{40} = -3.07678e-05$

【0086】

【発明の効果】本発明は以上の構成により、透明体の表面に、光束が屈折して入射する入射面と、該入射光束を順次反射する曲率を有する複数の反射面と、該複数の反射面にて反射された光束を屈折して射出する射出面を一体に形成した光学素子において、該入射面及び／又は該射出面の近傍に遮光部材又は遮光部を設けることによって不正入射光に伴う有害なゴースト・フレア光が像面或は、後に続く光学素子の入射面へ達することを防止する光学素子及びそれを用いた光学系を達成する。

※50

※【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の光学素子の実施形態1を用いた光学系の要部概略図

【図2】 実施形態1の斜視図

【図3】 実施形態1を用いた光学系に発生するゴースト光の一例の説明図

【図4】 本発明の光学素子の実施形態2の斜視図

【図5】 本発明の光学素子の実施形態3の斜視図

【図6】 本発明の光学素子の実施形態4の斜視図

【図7】 本発明の光学素子の実施形態5の斜視図

【図8】 各実施形態の光学素子の各面の光線有効部を説明する斜視図

【図9】 各実施形態の光学素子の入射面における遮光部の形状図

【図10】 各実施形態の光学素子の射出面における遮光部の形状図

【図11】 本発明の光学系の構成データを定義する座標系の説明図

【図12】 従来の反射光学系の要部概略図

【図13】 他の反射光学系の要部概略図

【図14】 他の反射光学系の要部概略図

【図15】 一眼レフカメラのファインダー系の断面図

【図16】 従来の観察光学系の要部概略図

【図17】 他の観察光学系の要部概略図

【符号の説明】

B1 Off-Axial 反射面を有するOff-Axial な光学素子、

2 光学系の基準軸、

3 遮光部

4 遮光部

5 ゴースト光の一例

6、7 上側面、下側面

8、9、17A、17B 段差部

10 保持部材

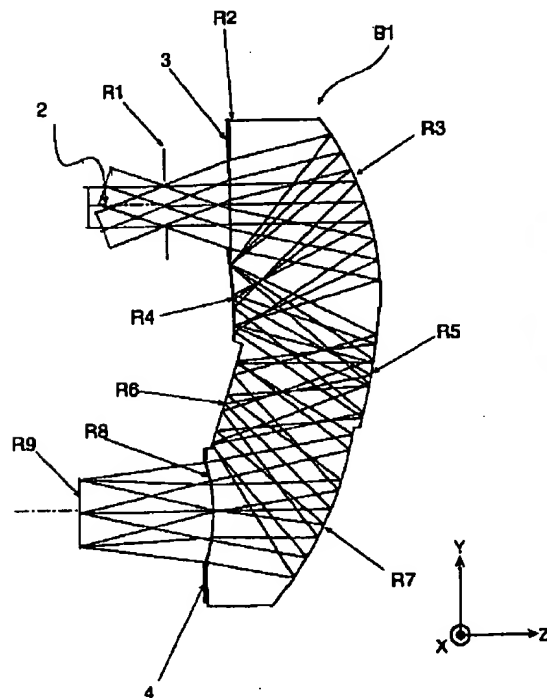
10 12A、12B 遮光部材

13A、13A'、14A、14A' 嵌合溝

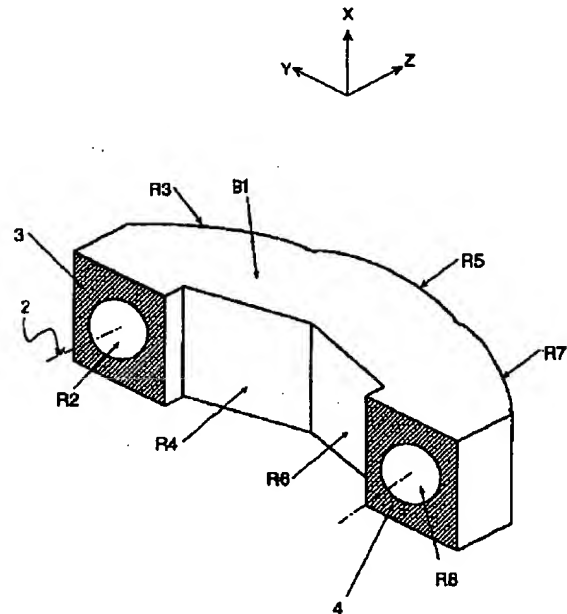
14A、14A'、14B、14B' 嵌合部

15A、15B、16A、16B 遮光部材

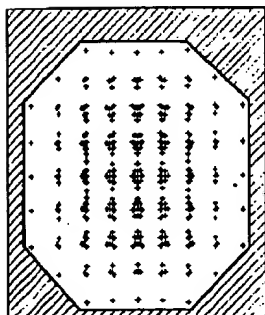
【図1】



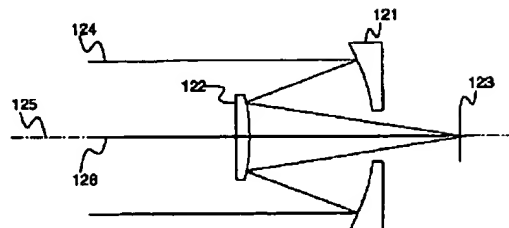
【図2】



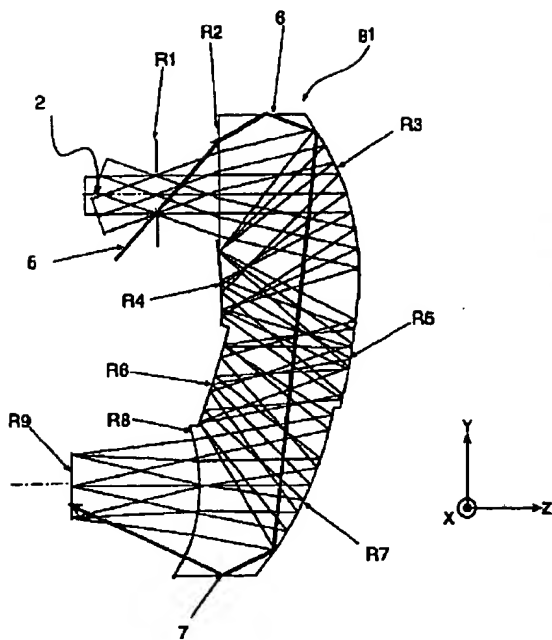
【図9】



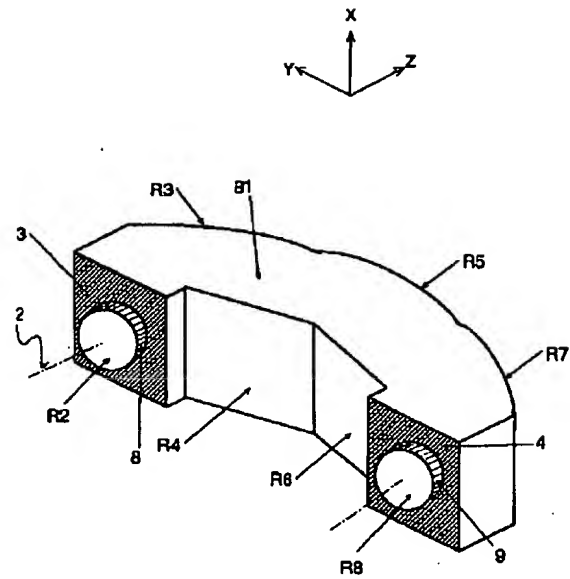
【図12】



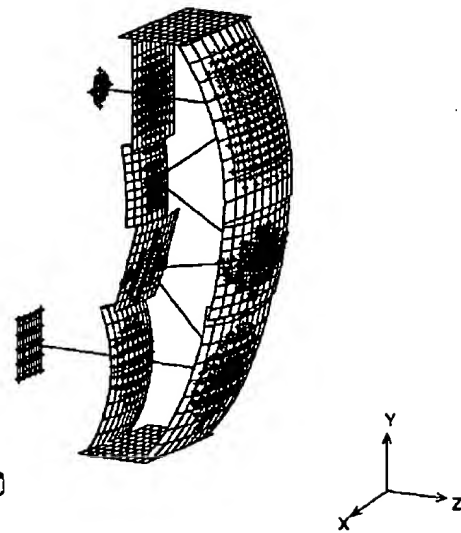
【図3】



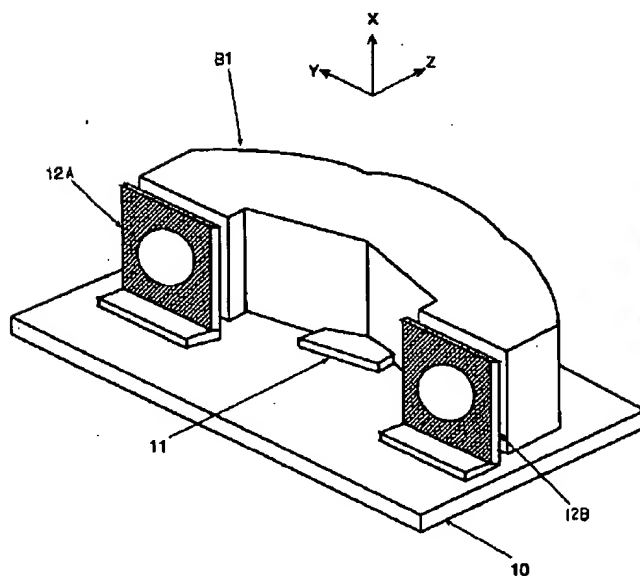
【図4】



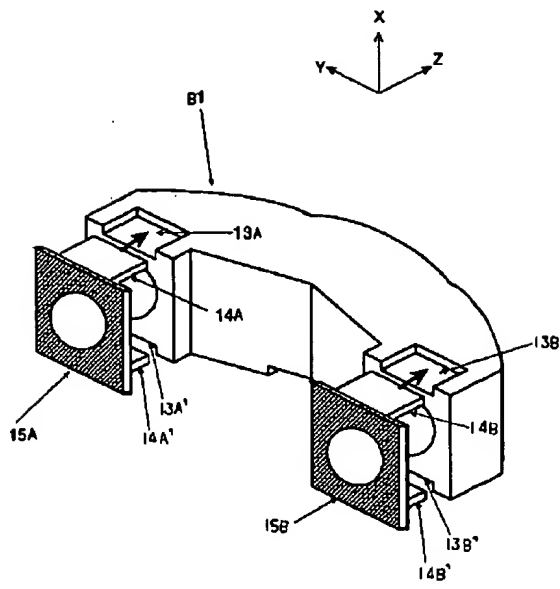
【図8】



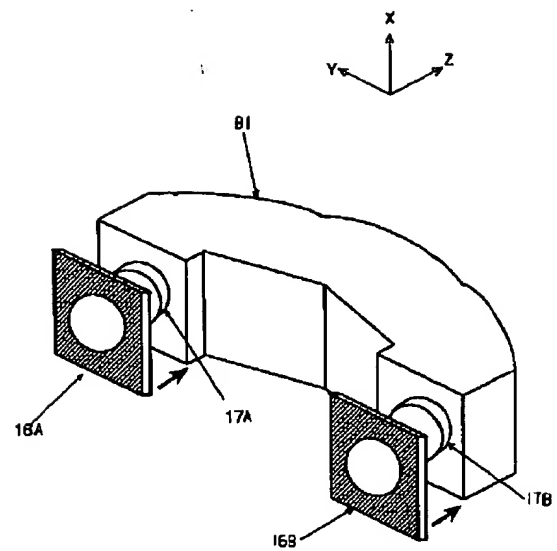
【図5】



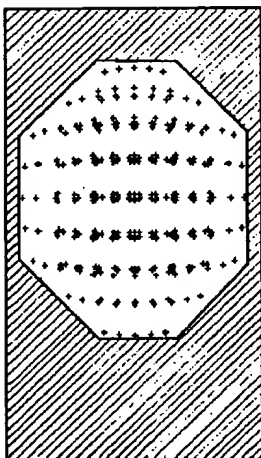
【図6】



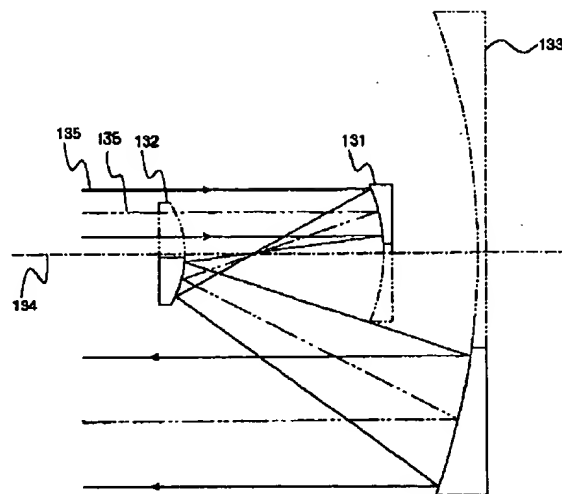
【図7】



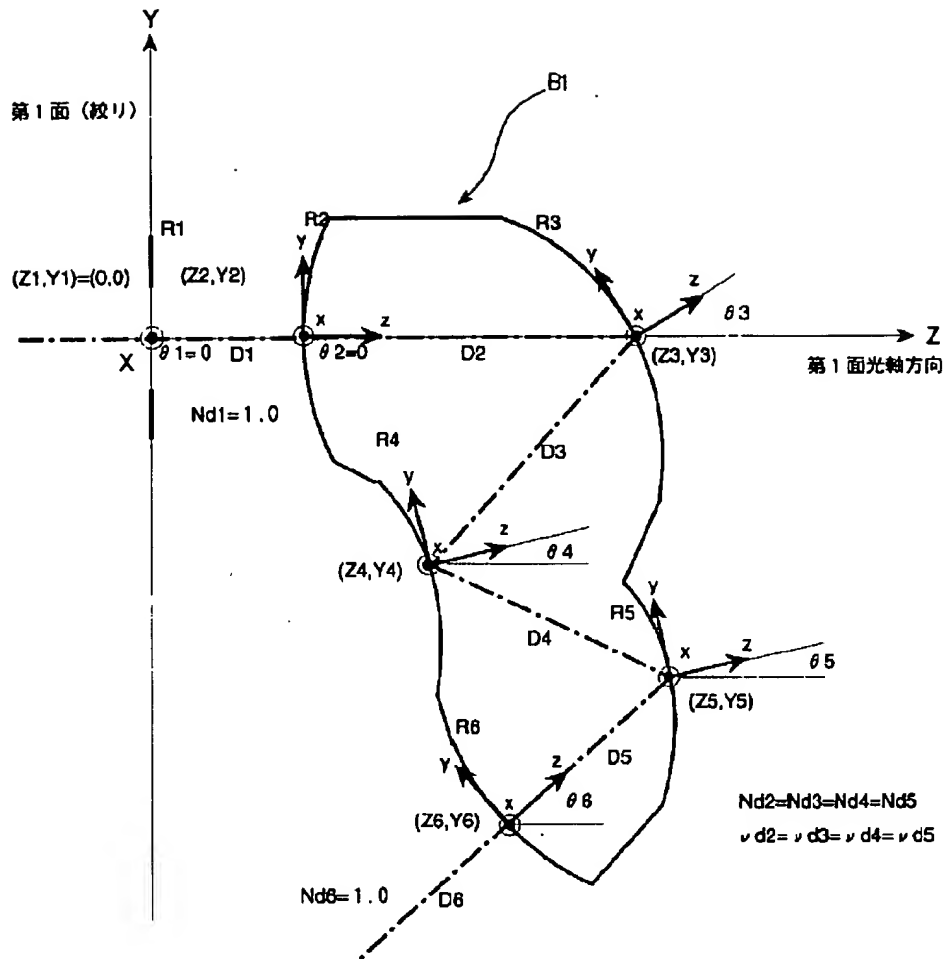
【図10】



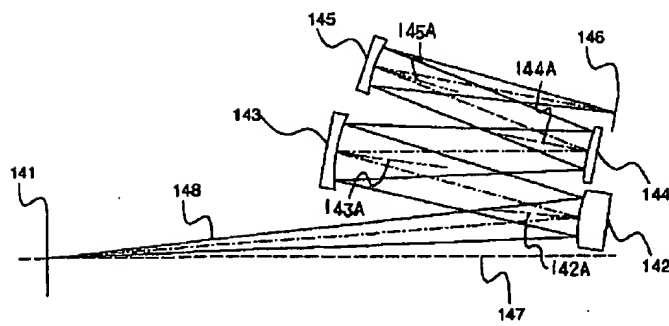
【図13】



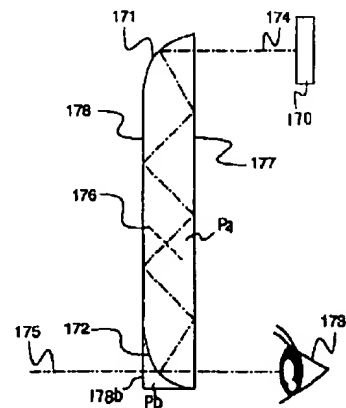
【図11】



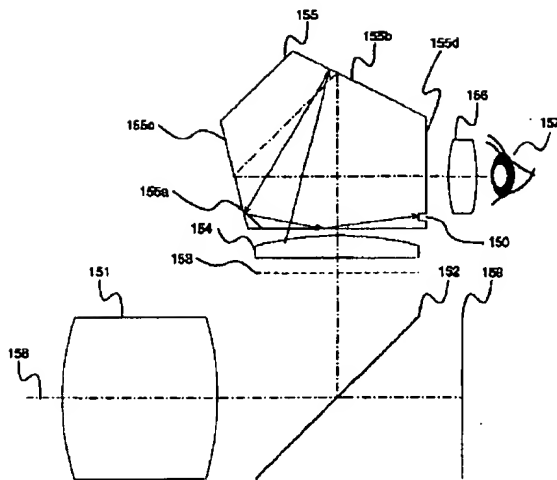
【図14】



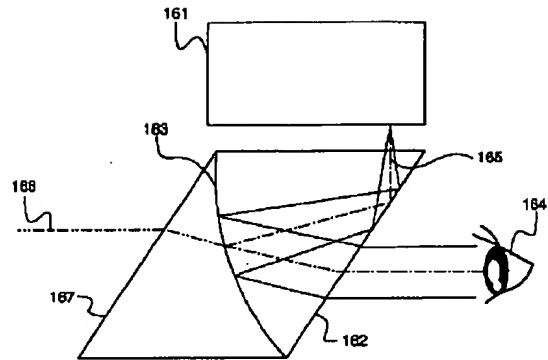
【図17】



【図15】



【図16】



PAT-NO: JP410039121A
DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 10039121 A
TITLE: OPTICAL ELEMENT, AND OPTICAL SYSTEM
USING THE SAME
PUBN-DATE: February 13, 1998

INVENTOR-INFORMATION:
NAME
KIMURA, KENICHI
SEKIDA, MAKOTO

ASSIGNEE-INFORMATION:
NAME CANON INC COUNTRY
N/A

APPL-NO: JP08208907
APPL-DATE: July 19, 1996

INT-CL (IPC): G02B005/04, G02B017/08 , G03B017/18

ABSTRACT:

PROBLEM TO BE SOLVED: To prevent harmful ghost flare light caused by irregular incident light from reaching an image surface or the incident surface of a succeeding optical element, by providing a light shielding part near the incident surface and/or an emitting surface.

SOLUTION: After regulating the incident light quantity of luminous flux from an object by a diaphragm R1, the luminous flux is refracted and made incident by the incident surface R2 of the optical element B1, reflected by the reflection surface R3, and temporarily formed into an image

between the surfaces R3 and R4. Then, it is successively reflected by the surfaces R4 to R7, refracted and emitted by the emitting surface R8, and formed into the image again on the final image surface R9. The luminous flux made incident from the surface R2 is intermediately formed into the image inside the optical element B1. This is because an off-axial main light beam outgoing from the diaphragm R1 is converged before it is largely spread so as to restrain the increase of the effective diameters of the respective surfaces equal to and after the 1st reflection surface R3 caused by the wide angle of the optical system. By providing the light shielding part 3 on the surface R2, the light does not reach an upper side surface or the reflection surface. It is more desirable to provide the light shielding part 4 on the surface R8.

COPYRIGHT: (C)1998,JPO